

Pengaruh Teknik Pemberian Kapur terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai pada Lahan Kering Masam

Subandi dan Andy Wijanarko

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl. Raya Kendalpayak Km 8 Malang, Jawa Timur
Email: ndy_wijanarko@yahoo.com

Naskah diterima 25 November 2011 dan disetujui diterbitkan 7 September 2013

ABSTRACT. *Effect of Lime Application Technique on the Growth and Yield of Soybean in the Acidic Upland.* Acidic upland intended for soybean development areas must be limed to improve its soil fertility. The targeted soil is the root zones around 30 cm depth for soybean to decrease the level of acidity. The study was carried out in Sukadana, East Lampung Province, to determine the effect of lime application technique to the growth and yield of soybean in acidic upland. The experiment was conducted for two years (2009 and 2010). The experiment in 2009 used randomized complete block design to study four rates of lime, based on the calculation to decrease the exchangeable Al to 20%. Two weeks after lime was incorporated into the soil, soybean (Wilis variety) was planted, and basal fertilizer of 300 kg NPK/ha was applied. In the 2010 experiment, each previous treatment plot was divided into two plots of the same size: one was treated with no lime to study the effect of the lime residue, and the second plot was limed as maintenance at rate of 25% of lime applied in the 2009 experiment. Soybean (Anjasromo Variety) was planted, with basal fertilizer of 2,5 t chicken manure + 300 kg SP18 + 300 kg NPK + 50 kg urea + 50 kg KCl/ha. Soil tillage to a depth of 30 cm on the no limed plots had decreased the growth and grain yield of soybean compared to those of soil tillage to a depth of 15 cm. Liming at 15 and 30 cm to the uppermost soil layer in 2009 increased the growth and yield of soybean, however the yield was not yet optimum. In the 2010 experiment, soybean grew optimally, yielded 2.67 t and 2.71 t/ha for lime treatments of 15 and 30 cm soil depth, respectively. To obtain high yield of soybean in the acidic uplands, it is suggested to lime on to the uppermost 15 cm soil layer using rate of lime to decrease the exchangeable Al to 20% in the first year, and applying an additional lime in the following year at 25% of the first year rate.

Keywords: Lime, amelioration, soybean, acidic upland.

ABSTRAK. Di Indonesia, lahan kering masam sebagai areal pengembangan kedelai harus diperbaiki kesuburannya, antara lain menurunkan tingkat kemasaman tanah pada daerah perakaran yang dapat mencapai kedalaman lebih dari 30 cm. Kapur merupakan amelioran yang umum digunakan untuk menurunkan tingkat kemasaman dan kesuburan tanah. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kedalaman pengapuran serta efek residu dan takaran kapur untuk perawatan tanah terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai pada lahan kering masam. Percobaan dilakukan di Sukadana (Lampung Timur) selama dua tahun (2009 dan 2010). Percobaan tahun 2009 menggunakan rancangan percobaan acak kelompok dengan empat perlakuan kombinasi kedalaman pengolahan tanah dan/atau pembenaman kapur (15 dan 30 cm) dengan perlakuan kapur (dengan tanpa kapur). Takaran kapur ditetapkan untuk menurunkan kejenuhan Al hingga menjadi 20%, sebagai tingkat kejenuhan Al yang dapat ditoleransi tanaman kedelai. Dua minggu setelah aplikasi kapur, kedelai varietas Wilis ditanam dengan jarak 40 cm x 15 cm, pupuk dasar 300 kg Phonska/ha. Pada percobaan

lanjutan tahun 2010, setiap petak perlakuan percobaan 2009 dibagi menjadi dua yang sama luasnya: (a) setengah petak pertama tidak dikapur lagi untuk melihat pengaruh residu kapur tahun 2009, dan (b) setengah petak kedua diberi kapur sebanyak 25% takaran kapur tahun 2009 sebagai perawatan tanah. Kedelai varietas Anjasromo ditanam dengan pupuk dasar 2,5 t pupuk kandang kotoran ayam+300 kg SP-18+300 kg Phonska+50 kg urea+50 kg KCl/ha. Tanah lokasi penelitian dengan pH 4,1-4,5 dan kejenuhan Al-dd 38,69-65,39%, miskin C-organik, P tersedia, K-dd, Ca-dd, dan Mg-dd, dengan pemupukan dasar 300 kg Phonska/ha. Pemberian kapur pada tanah lapisan 15 dan 30 cm meningkatkan pertumbuhan dan hasil namun belum optimal, berturut-turut: (1) bagi yang tidak dikapur 0,45 t dan 0,27 t/ha, sedang (2) untuk yang dikapur adalah 0,69 t dan 0,77 t/ha. Pada percobaan kedua dengan pemberian pupuk dasar yang lebih baik, tanaman tumbuh optimal sehingga hasilnya baik, berturut-turut untuk perlakuan pengolahan atau pemberian kapur pada tanah lapisan 15 dan 30 cm teratas adalah: (1) bagi yang tidak dikapur 1,34 t dan 1,06 t/ha, (2) pengaruh residu kapur 2,16 t dan 2,45 t/ha, dan (3) bagi perlakuan kapur 25% untuk perawatan tanah adalah 2,67 t dan 2,71 t/ha. Berdasarkan data tersebut, untuk pengapuran lahan kering masam maka: (1) pengapuran cukup diarahkan pada tanah lapisan 15 cm teratas, dan (2) pada tahun pertama tanah dikapur sebanyak yang diperlukan untuk menurunkan kejenuhan Al-dd menjadi 20%, dan pada tahun kedua perlu penambahan kapur untuk perawatan tanah dengan takaran sebesar 25% dari takaran kapur tahun pertama.

Kata kunci: Kapur, ameliorasi, kedelai, lahan kering masam.

Lahan kering masam merupakan sumber pertumbuhan produksi kedelai yang potensial. Terdapat sekitar 18,5 juta hektar lahan kering masam yang sebagian besar berada di luar Jawa, dan 82% didominasi oleh ordo Inceptisol dan Ultisol (Mulyani 2006).

Usaha pertanian pada lahan kering masam akan menghadapi sejumlah permasalahan. Secara kimia, jenis tanah ini umumnya mempunyai pH rendah (4,0-5,0) yang menyebabkan kandungan Al terlarut tinggi sehingga dapat meracuni tanaman, tanah miskin unsur hara esensial makro dan mikro seperti N, P, K, Ca, dan Mg, serta bahan organik (Sudarman 1987, Conyers *et al.* 2003, Taufiq *et al.* 2003, Taufiq dan Kuntastyuti 2004, Taufiq *et al.* 2004, Caires *et al.* 2006, Costa & Rosolem 2007, Caires *et al.* 2008). Meskipun hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa contoh jenis tanah

lahan kering masam di Indonesia relatif rendah mengandung Al-dd ($< 20\%$), namun secara umum banyak mengandung Al dapat ditukar (Al-dd 20-70%) (Taufiq *et al.* 2003, Taufiq dan Kuntastyuti 2004), sehingga sudah mengganggu pertumbuhan tanaman kedelai yang mempunyai batas kritis kejenuhan Al 20% (Arya 1990).

Salah satu upaya untuk menaikkan pH tanah, menurunkan kandungan atau kejenuhan Al, meningkatkan kandungan Ca dan/atau Ca dan Mg, serta perbaikan ketersediaan P lahan kering masam adalah pemberian kapur kalsit atau dolomit. Di samping pemupukan (N, P, K), pengapuran merupakan upaya penting bagi pengembangan kedelai pada lahan kering masam. Penelitian untuk tujuan itu telah banyak dilakukan, dan hasilnya dapat diterapkan dalam budi daya kedelai.

Khusus untuk pengapuran lahan, penelitian yang telah dilakukan di Indonesia masih terfokus pada tanah lapisan atas (*top soil*), sekitar 15-20 cm teratas, padahal jelajah akar kedelai dapat mencapai kedalaman lebih dari 25 cm (Caires *et al.* 2008, Calonego and Rosolem 2010, Gao *et al.* 2010) dan masalah kesuburan tanah yang terkait dengan pH tanah, kandungan Al, Ca, Mg, dan P pada profil yang makin dalam semakin berat (Sudarman 1987, Caires *et al.* 2006, Caires *et al.* 2008). Di samping itu, pengaruh pemberian kapur pada tanah yang semula bereaksi masam (belum diberi kapur) terhadap peningkatan pH dan penurunan kandungan Al-dd massa tanah di bawahnya berjalan lambat (Conyers *et al.* 2003, Caires *et al.* 2006, Caires *et al.* 2008). Percobaan pada tahun 1993 menunjukkan bahwa pemberian kapur (dolomit) 6 t/ha yang diaplikasikan pada permukaan tanah menghasilkan nilai pH tanah di lapisan 0-60 cm 4,1-4,2. Pada tahun 2000, pH tanah berubah menjadi 5,2 pada lapisan 0-5 cm, 4,7 pada lapisan 5-10 cm, dan 4,4 pada lapisan 10-60 cm (Caires *et al.* 2008). Dibandingkan dengan plot yang hanya diberi kapur pada tahun 1993, pemberian kapur berikutnya 3 t/ha pada tahun 2000 meningkatkan pH tanah pada kedalaman 10 cm setelah satu tahun aplikasi dan meningkatkan pH tanah pada kedalaman 60 cm setelah tiga tahun aplikasi. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh pemberian kapur akan bergerak ke lapisan tanah lebih dalam pada tanah yang kurang masam dibandingkan dengan tanah yang lebih masam. Dengan demikian, pengembangan kedelai pada lahan kering masam memerlukan penelitian pengapuran sampai ke tingkat *subsoil*.

Tanaman kedelai mampu mentoleransi tingkat kejenuhan Al dapat ditukar (Al-dd) hingga 20% (Arya 1990), sehingga kejenuhan Al-dd tidak perlu diturunkan sampai ke tingkat yang rendah seperti pendekatan yang dikemukakan oleh Kamprath (1970) dengan pemberian

kapur setara 1,5 Al-dd, melainkan secukupnya untuk dapat menurunkan kejenuhan Al-dd hingga menjadi 20% (Arya 1990).

Penelitian ini bertujuan untuk: (a) mengetahui pengaruh pengapuran pada dua kedalaman massa tanah, yakni 15 dan 30 cm teratas, serta (b) pengaruh residu kapur dan pemberian tambahan kapur terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai pada lahan kering masam.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Desa Sukadana Ilir, Kecamatan Sukadana, Kabupaten Lampung Timur, pada tanah Podsolik Merah-Kuning (Ultisol). Penelitian dilakukan selama dua tahun, yaitu tahun 2009 (Percobaan I) dan tahun 2010 (Percobaan II). Penelitian pada tahun 2010 merupakan kelanjutan penelitian 2009, yang secara khusus ditujukan untuk melihat pengaruh residu kapur yang diberikan pada tahun 2009 dan pemberian kapur untuk perawatan sebanyak 25% dari takaran kapur yang diberikan pada tahun 2009.

Untuk mengetahui sifat fisika dan kimia tanah lokasi percobaan, secara komposit pada setiap areal lokasi ulangan percobaan (enam petakan petani), diambil contoh tanah pada setiap lapisan profil tanah hingga kedalaman 60 cm. Hasil analisis tanah disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Khusus untuk ulangan I dan ulangan II, karena letaknya berdekatan, maka contoh tanah untuk analisis pendahuluan hanya diambil satu sampel.

Kapur yang digunakan adalah batu kapur dengan ukuran 60 *mesh*, mengandung 39,7% Ca dan 0,3% Mg. Jumlah kapur yang diberikan secukupnya untuk menurunkan tingkat kejenuhan Al-dd hingga menjadi 20%, dengan perhitungan yang dikemukakan oleh Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (2007).

Percobaan Tahun 2009

Pada tahun 2009, percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan empat perlakuan sebagai berikut: (a) tanah tidak dikapur, tanah lapisan 15 cm teratas diolah dan dicampur (T-15), (b) tanah tidak dikapur, tanah lapisan 30 cm teratas diolah dan dicampur (T-30), (c) tanah lapisan 15 cm teratas dikapur (K-15), dan (d) tanah lapisan 30 cm teratas dikapur atau pengapuran sampai lapisan sub-soil (K-30). Pada perlakuan tanah tidak dikapur, pengolahan dan pencampuran tanah lapisan 15 dan 30 cm teratas dilakukan untuk dapat mengevaluasi pengaruh perubahan kondisi tanah karena pengolahan/

pengadukan dilakukan pada saat aplikasi kapur. Setiap perlakuan diulang enam kali, ulangan berada pada lahan petani yang berbeda, dengan luas lahan 2.800-3.200 m² per petani. Dengan luas lahan tersebut, maka ukuran petak perlakuan pada penelitian tahun 2009 adalah 700-800 m². Penggunaan petak perlakuan yang luas diperlukan untuk memudahkan pemberian/pengadukan kapur dengan tanah, bersamaan dengan pengolahan tanah menggunakan traktor tangan pada perlakuan pengapuran pada lapisan tanah 15 cm teratas, dan dengan traktor besar pada perlakuan pengapuran pada lapisan tanah 30 cm teratas.

Pada perlakuan pengapuran tanah lapisan 15 cm teratas, pengolahan tanah dengan bajak dua kali dan pemerataan/penyisiran satu kali menggunakan traktor tangan. Pada perlakuan pengapuran tanah lapisan 30 cm teratas, pengolahan tanah dikerjakan dengan traktor besar untuk membajak dua kali dan pemerataan tanah satu kali dengan traktor tangan.

Bahan ameliorasi (kapur) diaplikasi sebagai berikut: 40% dari takaran disebar secara merata pada permukaan tanah sebelum diolah, sedangkan 60% disebar setelah pembajakan yang pertama. Berdasarkan hasil analisis tanah sebelum percobaan, jumlah batu kapur yang diperlukan pada masing-masing kedalaman pengapuran dan ulangan disajikan pada Tabel 1.

Dua minggu setelah pengolahan tanah dan aplikasi kapur, benih kedelai varietas Wilis ditanam secara tugal dengan jarak tanam 40 cm x 15 cm, 2-3 benih per lubang dan kemudian lubang ditutup tanah. Pertanaman dipupuk 300 kg/ha Phonska (N 15%, P₂O₅ 15%, K₂O 15%, S 10%), yang diberikan secara alur di samping barisan tanaman pada umur 7-9 HST (hari setelah tanam).

Percobaan Tahun 2010

Percobaan tahun 2010 dilakukan untuk mengetahui pengaruh residu kapur tahun 2009, dan pengaruh pemberian kapur tambahan yang diberikan 25% dari takaran kapur tahun 2009 sebagai pemeliharaan. Petak yang pada tahun 2009 mendapat perlakuan kapur, pada tahun 2010 dibagi menjadi dua yang sama luasnya: (a) setengah petak yang pertama tidak dikapur (untuk melihat residu kapur tahun 2009), dan (b) setengah petak yang kedua diberi kapur 25% dari takaran tahun 2009. Baik pada perlakuan pengapuran lapisan tanah 15 cm maupun 30 cm teratas, takaran kapur pemeliharaan (25% takaran tahun 2009) diaplikasi pada saat pengolahan tanah dan mencampurkannya dengan tanah lapisan 15 cm teratas menggunakan traktor tangan. Di sini, 100% kapur disebar pada permukaan tanah, kemudian tanah dibajak dua kali dan diratakan.

Tabel 1. Jumlah batu kapur yang diperlukan untuk menurunkan tingkat kejenuhan Al dalam tanah menjadi 20%.

Ulangan	Jumlah batu kapur (t/ha)	
	Pengapuran tanah lapisan 15 cm teratas	Pengapuran tanah lapisan 30 cm teratas
1	1,70	2,84
2	1,70	2,84
3	1,19	2,82
4	2,12	5,00
5	1,74	3,68
6	1,18	2,37

Batu kapur mengandung 37,3% Ca dan 0,3% Mg

Penanaman benih kedelai varietas Anjasmoro dilakukan pada 19-21 Maret, secara tugal dengan jarak tanam 40 cm x 15 cm, 2-3 benih per lubang tanam. Tanaman dipupuk 300 kg Phonska (N 15%, P₂O₅ 15%, K₂O 15%, S 10%), 300 kg SP18, 50 kg urea, 50 kg KCl dan 2,5 t/ha pupuk kandang kotoran ayam. Penambahan macam dan takaran pupuk pada percobaan tahun 2010 didasarkan pada pengalaman tahun 2009, karena pertumbuhan tanaman tahun 2009 yang hanya dipupuk Phonska setara 300 kg/ha tumbuh baik, masih kekurangan N, P, dan K sehingga hasilnya rendah. Pupuk kandang dan 300 kg SP18/ha disebar merata dan dicampur tanah sewaktu pengolahan tanah. Pupuk Phonska diberikan secara alur di samping barisan tanaman pada saat tanaman berumur 10-14 HST, sedang pupuk urea dan KCl disebar pada umur 30 HST.

Selama penelitian tahun 2009 dan 2010, pemeliharaan tanaman meliputi pengendalian gulma dan hama secara optimal. Pengendalian gulma secara keseluruhan dilaksanakan sebagai berikut: (a) sebelum pengolahan tanah, lahan/gulma disemprot dengan herbisida (sistemik), (b) sehari setelah tanam, areal percobaan disemprot lagi dengan herbisida (kontak), dan (c) selanjutnya dilakukan penyiangan secara manual dua kali pada umur 20-25 HST dan 40-45 HST. Hama (ulat grayak, pengisap polong, dan penggerek polong) dikendalikan dengan penyemprotan insektisida 7-10 hari sekali.

Pengamatan dilakukan terhadap: (a) beberapa sifat fisika dan kimia tanah sebelum percobaan tahun 2009, meliputi tekstur, C-organik, pH, N-total, P-tersedia, K-dd (K-dapat ditukar), Ca-dd, Mg-dd, Na-dd, Al-dd, H-dd, KTK (Kapasitas Tukar Kation)-efektif, dan kejenuhan Al, (b) tinggi tanaman pada umur 60 HST pada penelitian 2009, dan pada saat panen pada penelitian 2010, (c) jumlah polong isi, (d) hasil biji, dan (e) kandungan unsur N, P, K, Ca, Mg pada jaringan tanaman, daun termuda yang telah membuka penuh pada umur 60 HST.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan Tahun 2009

Hasil Analisis Tanah

Data hasil analisis fisika dan kimia contoh tanah (profil sedalam 60 cm) sebelum percobaan pada setiap ulangan (petani) disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Lahan lokasi penelitian dari tahun ke tahun hanya dimanfaatkan untuk budi daya ubi kayu, tanpa selingan dengan tanaman lain. Tenggang waktu antara saat tanam kedelai (percobaan) dengan panen ubi kayu sebelumnya adalah 1-1,5 bulan. Pemanfaatan lahan secara terus menerus untuk budi daya ubi kayu dengan takaran pemberian pupuk yang bervariasi (250-500 kg/ha), terdiri atas pupuk buatan sumber N, P, dan K, serta jarang menggunakan pupuk organik tanah lokasi

Tabel 2. Hasil analisis C-organik dan tekstur contoh tanah sebelum percobaan pada enam lahan petani. Sukadana, Lampung Timur, 2009.

Ulangan	Lapisan tanah (cm)	C-organik (%)	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	Kelas tekstur
I dan II*)	0-17	2,49	60	15	25	Lempung liat berpasir
	17-34	2,21	53	14	33	Lempung
	34-60	1,49	50	10	40	Liat berpasir
III	0-14	2,46	71	12	17	Lempung berpasir
	14-31	1,02	57	18	25	Lempung liat berpasir
	31-60	1,30	60	12	28	Lempung liat berpasir
IV	0-14	2,21	67	15	18	Lempung berpasir
	14-32	1,59	54	18	28	Lempung liat berpasir
	32-60	1,14	52	27	21	Lempung liat berpasir
V	0-18	2,15	64	18	18	Lempung berpasir
	18-33	1,30	56	9	35	Lempung liat berpasir
	33-60	1,45	50	9	41	Liat berpasir
VI	0-16	2,07	70	18	12	Lempung berpasir
	16-33	1,11	56	6	38	Liat berpasir
	33-60	1,22	54	7	39	Liat berpasir

*) terletak pada hamparan yang sama/berdekatan, sehingga untuk keduanya hanya diambil satu contoh tanah (komposit) sebagai perwakilan.

Tabel 3. Hasil analisis pH, kandungan hara, kandungan dan kejenuhan Al, serta kapasitas tukar kation efektif (KTK-efektif) contoh tanah sebelum percobaan pada enam lahan petani sebagai ulangan. Sukadana, Lampung Timur, 2009.

Ulangan	Lapisan (cm)	pH-H ₂ O	P-Bray1 (ppm)	Kation dapat ditukar (me/100 g)						Kejenuhan Al (%)	KTK-efektif
				K	Na	Ca	Mg	H	Al		
I dan II*)	0-17	4,5	9,5	0,05	Tt	0,49	0,43	0,44	1,71	54,7	3,1
	17-34	4,2	2,7	0,02	Tt	0,43	0,38	0,54	2,14	61,0	3,5
	34-60	4,2	2,4	0,01	Tt	0,35	0,39	0,32	2,28	68,1	3,4
III	0-14	4,3	9,2	0,04	Tt	0,46	0,43	0,53	1,28	46,7	2,7
	14-31	4,0	2,7	0,04	Tt	0,71	0,49	0,54	1,71	48,9	3,5
	31-60	3,9	2,1	0,03	Tt	0,41	0,35	0,32	2,14	65,8	3,2
IV	0-14	4,0	5,9	0,04	Tt	0,58	0,49	0,11	1,71	58,3	2,9
	14-32	3,9	3,3	0,03	Tt	0,72	0,56	0,11	1,93	57,6	3,4
	32-60	4,5	2,4	0,03	Tt	1,82	0,67	tt	1,93	42,9	4,5
V	0-18	4,2	6,5	0,04	Tt	0,37	0,35	0,32	1,93	64,1	3,0
	18-33	4,0	3,6	0,03	Tt	0,42	0,40	0,54	2,57	65,4	4,0
	33-60	4,3	2,4	0,03	Tt	0,69	0,57	0,32	2,14	57,1	3,8
VI	0-16	4,3	11,8	0,05	Tt	0,54	0,50	0,32	1,28	47,6	2,7
	16-33	4,1	2,7	0,03	Tt	1,37	0,66	0,32	1,50	38,7	3,9
	33-60	4,4	3,6	0,02	Tt	0,72	0,59	0,43	1,39	44,1	3,2

KTK-efektif= K-dd+Na-dd+Ca-dd+Mg-dd+Al-dd+H-dd (me/100 g)

Kejenuhan Al= (Al-dd)/(K-dd+Na-dd+Ca-dd+Mg-dd+Al-dd+H-dd) x 100%

*) terletak pada hamparan yang sama/berdekatan, sehingga untuk keduanya hanya diambil satu contoh tanah (komposit) sebagai perwakilan.

Tt: tak terbaca/sangat rendah

penelitian sangat tidak subur (Tabel 2 dan 3). Tanah bereaksi masam, pH berkisar antara 4,1-4,5 dengan tingkat kejenuhan Al-dd 38,7-65,4% untuk semua lapisan tanah hingga kedalaman 60 cm, sehingga sudah meracuni bagi tanaman kedelai. Kandungan C-organik umumnya rendah sampai sangat rendah, kecuali lapisan tanah pertama yang tipis (16-18 cm) dengan kandungan C-organik sedang. Tanah sangat miskin: (i) P, P-tersedia (Bray-1) hanya berkisar antara 2,1-11,8 ppm, (ii) K, K-dd (0,01-0,05 me/100 g tanah, (iii) Ca, Ca-dd (0,37 -1,86 me/100 g tanah), serta (iv) Mg, Mg-dd (0,35 -0,66 me/100 g tanah). Secara umum, makin ke lapisan lebih dalam, kesuburan tanah semakin menurun. Kandungan C-organik, P-tersedia, K-dd, Ca-dd, dan Mg-dd semakin rendah, sedangkan kejenuhan Al-dd meningkat ke arah lapisan bawah.

Tanah lapisan pertama bertekstur ringan sampai sedang, yakni lempung berpasir (*sandy loam*) sampai lempung (*loam*), sedangkan lapisan kedua dan ketiga bertekstur sedang sampai agak halus, yakni lempung liat berpasir (*sandy clay loam*) sampai liat berpasir (*sandy clay*).

Tanah mengandung C-organik yang rendah, dan fraksi liat jenis tanah ini umumnya dikuasai oleh kaolinit dan oksida/hidroksida Fe dan Al, sehingga kapasitas tukar kation efektif tergolong sangat rendah (2,7-4,0 me/100 g tanah) dan tanah tidak kuat memegang unsur hara (kation-kation), yang pada gilirannya mudah terlindi (*leaching*) dan hilang.

Tinggi Tanaman, Jumlah Polong, dan Hasil Biji

Tinggi tanaman sebagai parameter pertumbuhan tanaman yang diamati pada umur 60 HST disajikan pada Tabel 4. Secara umum, meskipun telah dipupuk Phonska setara 300 kg/ha, tanaman kedelai (Wilis) menunjukkan gejala kekurangan N dan P. Daun yang semula berwarna hijau kotor (gejala kekurangan P) berubah menjadi hijau kekuningan dan cepat gugur (kekurangan N). Daun tanaman sudah gugur pada umur 75-78 HST, padahal menurut deskripsi, varietas ini baru dapat dipanen paling cepat pada umur 85 hari. Daun juga menunjukkan gejala kekurangan K, yakni ujung dan pinggiran daun mengering berwarna kecoklatan. Daun tanaman yang tidak dikapur gugur lebih cepat daripada tanaman yang dikapur. Berdasarkan kadar N, P, dan K yang disajikan pada Tabel 5, terbukti tanaman telah mengalami defisiensi ketiga unsur hara tersebut.

Pengapuran untuk menurunkan kejenuhan Al-dd hingga tinggal 20%, meningkatkan pertumbuhan. Tinggi tanaman yang tidak dikapur pada umur 60 HST hanya 39,1 cm pada pengolahan lapisan tanah 15 cm teratas, dan 33,5 cm pada pengapuran lapisan 30 cm teratas.

Tabel 4. Pengaruh teknik pemberian kapur terhadap tinggi tanaman kedelai umur 60 HST pada lahan kering masam. Sukadana, Lampung Timur, 2009.

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah polong isi (polong/rumpun)	Hasil biji kering (t/ha)
T-15	39,10 c	29,4 b	0,45 b
K-15	57,63 b	43,9 a	0,69 a
T-30	33,51 d	16,0 c	0,27 c
K-30	64,37 a	47,0 a	0,77 a

Angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 Duncan

T-15 & T-30: tanah diolah dan dicampur (tanpa kapur) berturut-turut untuk kedalaman 15 dan 30 cm teratas

K-15 & K-30: tanah diolah dan dicampur dengan batu kapur untuk menurunkan kejenuhan Al-dd hingga tinggal 20% berturut-turut pada kedalaman 15 dan 30 cm teratas

Bagi yang dikapur pada kedalaman tanah lapisan 15 dan 30 cm teratas, tinggi tanaman berturut-turut adalah 57,6 cm dan 64,34 cm. Jika tanah tidak dikapur, pengolahan tanah dalam (30 cm) menurunkan pertumbuhan.

Hasil kedelai pada perlakuan yang tidak dikapur tergolong sangat rendah, hanya 0,45 t/ha pada pengolahan 15 cm dan 0,27 t/ha pada pengolahan 30 cm. Pengapuran untuk menurunkan kejenuhan Al menjadi 20% meningkatkan hasil kedelai menjadi 0,69 t/ha pada perlakuan lapisan tanah 15 cm, dan menjadi 0,77 t/ha pada lapisan tanah 30 cm teratas (Tabel 4). Hasil biji kedelai pada perlakuan pengapuran lapisan tanah 15 dan 30 cm teratas tidak berbeda nyata, sejalan dengan pengaruh perlakuan terhadap jumlah polong isi per rumpun.

Jika tanah tidak dikapur, sesuai dengan pertumbuhannya, hasil biji pada perlakuan pengolahan 30 cm lebih rendah daripada yang diolah 15 cm. Hal ini terkait dengan semakin menurunnya kesuburan tanah sebab teraduk dengan lapisan bawah yang kesuburannya lebih rendah.

Kandungan Hara Jaringan Tanaman

Kandungan hara N, P, K, Ca, dan Mg daun termuda yang telah membuka penuh pada berumur 60 HST disajikan pada Tabel 5. Kadar N, P, K, dan Mg antarperlakuan tidak berbeda. Kadar N, P, dan K tergolong rendah, sedangkan Mg termasuk cukup. Kadar N pada semua perlakuan hanya berkisar 2,38-2,50%, P 0,21-0,22%, dan K 1,48-1,55%. Menurut Jones *et al.* (1991) kisaran kadar N, P, dan K pada daun kedelai adalah sebagai berikut: (1) tergolong cukup berturut-turut adalah 4,01-5,50%, 0,26-0,50%, dan 1,71-2,50%, serta (2) tergolong rendah 3,10-4,00%, 0,16-0,25%, dan 1,26-1,70%. Berdasarkan kondisi pertanaman dan kadar hara N, P, dan K pada daun, maka

Tabel 5. Pengaruh teknik pemberian kapur terhadap kandungan hara N, P, K, Ca, dan Mg pada daun termuda yang telah membuka penuh (varietas Wilis) berumur 60 HST pada lahan kering masam. Sukadana Lampung Timur, 2009.

Perlakuan	Kadar hara (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
T-15	2,38 a	0,21 a	1,55 a	0,69 b	0,34 a
K-15	2,50 a	0,22 a	1,49 a	1,98 a	0,34 a
T-30	2,48 a	0,21 a	1,48 a	0,56 c	0,33 a
K-30	2,44 a	0,22 a	1,48 a	2,10 a	0,33 a

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 Duncan

T-15 & T-30 : tanah diolah dan dicampur (tanpa kapur) berturut-turut untuk kedalaman 15 dan 30 cm teratas

K-15 & K-30 : tanah diolah dan dicampur dengan batu kapur untuk menurunkan kejenuhan Al-dd hingga tinggal 20% berturut-turut pada kedalaman 15 dan 30 cm teratas

tb: tidak berbeda

dapat diketahui bahwa pada lahan kering masam pemupukan 300 kg Phonska/ha yang mengandung N 15%, P_2O_5 15%, dan K_2O 15% belum cukup untuk memenuhi kebutuhan hara N, P, dan K bagi tanaman kedelai.

Sebaliknya, pengapuran meningkatkan kadar Ca dalam jaringan tanaman. Untuk yang tidak dikapur, kadar Ca daun pada perlakuan pengolahan tanah 30 cm teratas lebih rendah (0,56%) dibandingkan dengan pengolahan tanah 15 cm teratas (0,69%). Namun jika dikapur, kandungan Ca daun pada perlakuan pengapuran tanah 30 cm teratas tidak berbeda nyata dengan perlakuan pengapuran tanah 15 cm teratas, berturut-turut 2,10% dan 1,98%.

Percobaan Tahun 2010

Tinggi Tanaman, Jumlah Polong, dan Hasil Biji

Tinggi tanaman nyata dipengaruhi oleh perlakuan (Tabel 6). Tanpa kapur, tinggi tanaman 43,6 cm dan 46,7 cm berturut-turut pada pengolahan tanah 15 dan 30 cm teratas. Residu kapur yang diberikan pada tahun 2009 nyata meningkatkan tinggi tanaman, masing-masing menjadi 57,7 cm dan 62,6 cm. Pemberian kapur untuk perawatan tanah dengan takaran 25% dari takaran yang diberikan pada tahun 2009 juga meningkatkan tinggi tanaman menjadi 64,6 cm dan 67,6 cm. Meskipun pengaruh residu kapur yang diberikan pada pertanaman kedelai pada tahun pertama (2009) nyata terhadap perbaikan pertumbuhan (tinggi tanaman), namun pemberian kapur untuk perawatan tanah masih diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan pada

Tabel 6. Pengaruh teknik pemberian kapur terhadap tinggi tanaman kedelai pada penelitian ameliorasi tahun kedua pada lahan kering masam di Lampung Timur, 2010.

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah polong isi (polong/rumpun)	Hasil biji kering (t/ha)
T-15	46,5 c	71,3 c	1,34 c
K-15 (R)	57,7 b	91,5 b	2,16 b
K-15(P 25%)	64,6 a	114,4 a	2,67 a
T-30	43,6 c	56,0 d	1,06 c
K-30 (R)	62,6 ab	106,7 a	2,45 ab
K-30(P 25%)	67,6 a	110,9 a	2,71 a

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 Duncan

T-15 & T-30 : Tanah tidak dikapur, berturut-turut tanah diolah sampai kedalaman 15 & 30 cm

K-15(R) & K-30 (R): Tanah dikapur berturut-turut untuk lapisan 15 & 30 cm teratas pada tahun 2009 (kedelai pertama), sejumlah untuk menurunkan kejenuhan Al-dd hingga menjadi 20%, dan pada tahun 2010 (kedelai kedua) tanah tidak dikapur.

K-15 (P 25%) & K-30 (P25%): Tanah dikapur berturut-turut untuk lapisan 15 & 30 cm teratas pada tahun 2009 (kedelai pertama) sejumlah untuk menurunkan kejenuhan Al-dd hingga menjadi 20%, dan pada tahun 2010 (kedelai kedua) tanah ditambah kapur dengan takaran 25% dari takaran kapur kedelai pertama, sebagai perawatan.

kedalaman tanaman kedelai pada tahun kedua (2010), khususnya bagi perlakuan pengapuran 15 cm. Kondisi tanah dengan tekstur ringan pada lapisan atas dan kandungan bahan organik yang relatif rendah (Tabel 2) serta mineral liat (*clay*) tanah Podsolik Merah-Kuning yang umumnya didominasi kaolinit, menyebabkan kapasitas tukar kation rendah (Tabel 3), sehingga kehilangan hara Ca dan Mg melalui pelindian (*leaching*) dalam tanah cukup signifikan (Sudarman 1987). Dengan demikian penambahan kapur untuk perawatan tanah diperlukan.

Pertumbuhan tanaman yang membaik akibat pemberian kapur diikuti oleh peningkatan jumlah polong isi per rumpun (Tabel 6). Tanpa kapur, jumlah polong pada perlakuan pengolahan tanah lapisan 15 cm rata-rata 71,3 per rumpun, nyata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa kapur pada perlakuan pengolahan tanah lapisan 30 cm dengan jumlah polong isi rata-rata 56,0. Residu kapur nyata meningkatkan jumlah polong isi, baik pada perlakuan pengapuran tanah lapisan 15 cm maupun 30 cm teratas. Tambahan kapur 25% dari takaran yang diberikan pada tahun pertama (2009), nyata meningkatkan jumlah polong isi pada pengapuran tanah lapisan 15 cm, tetapi tidak nyata pada perlakuan pengapuran lapisan tanah 30 cm, dibanding residu kapur.

Pemberian kapur juga meningkatkan hasil biji (Tabel 6). Tanpa kapur, hasil biji pada pengolahan tanah lapisan 15 cm mencapai 1,34 t/ha. Meskipun tidak berbeda nyata, angka ini cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan hasil biji pada perlakuan tanpa kapur dan tanah diolah pada kedalaman 30 cm. Pengolahan tanah yang lebih dalam pada lahan kering masam menurunkan kesuburan tanah pada lapisan atas, sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman (Sudarman 1987). Residu kapur yang diaplikasikan pada tahun pertama (2009) masih sangat kuat pengaruhnya terhadap peningkatan hasil biji kedelai pada tahun kedua (2010), yakni meningkat dari 1,34 t/ha menjadi 2,16 t/ha (peningkatan 61,2%) pada pengapuran lapisan tanah 15 cm, dan naik dari 1,06 t/ha menjadi 2,45 t/ha (peningkatan 131,1%) pada pengapuran lapisan tanah 30 cm. Dibandingkan terhadap residu kapur, tambahan kapur sebanyak 25% dari takaran tahun pertama (perawatan tanah) mampu meningkatkan hasil biji kedelai, pada pengapuran tanah lapisan 15 cm meningkat dari 2,16 t/ha menjadi 2,67 t/ha (peningkatan 23,6%), sedang pada pengapuran tanah lapisan 30 cm meningkatkan dari 2,45 t/ha menjadi 2,71 t/ha (peningkatan 10,6%) meskipun tidak berbeda nyata.

Pada percobaan tahun 2010 dengan pemupukan dasarnya terdiri atas kotoran ayam 2,5 t + SP18 300 kg + Phonska 300 kg + urea 50 kg + KCl 50 kg/ha, teknik

pemberian kapur tidak mempengaruhi kadar hara N, P, K, dan Mg, semuanya tergolong cukup (Jones *et al.* 1991). Pemberian kapur nyata meningkatkan kadar Ca daun. Tanpa kapur, kadar Ca daun pada pengolahan tanah lapisan 15 dan 30 cm berturut-turut adalah 0,47% dan 0,40%, mendekati batas bawah kisaran cukup menurut Jone *et al.* (1991), yakni 0,36%. Kadar Ca yang menurut batasan tersebut cukup, boleh jadi belum cukup (rendah) bagi varietas yang digunakan dalam penelitian ini, sehingga tidak mendukung hasil yang tinggi. Bagi perlakuan yang diberi kapur, perbedaan teknik pengapuran yang diteliti tidak berpengaruh terhadap kadar Ca pada daun, yang berkisar antara 0,82-0,94% (Tabel 7).

KESIMPULAN

Lahan kering masam di lokasi penelitian tergolong tidak subur, bereaksi masam, tingkat kejenuhan Al-dd tinggi pada profil tanah hingga kedalaman 60 cm, sehingga meracuni tanaman kedelai. Kandungan C-organik rendah sampai sangat rendah, kecuali lapisan tanah atas yang tipis yang kandungannya tergolong sedang. Tanah ini sangat miskin hara P, K, Ca, dan Mg.

Tanpa kapur, pengolahan tanah sedalam 30 cm menurunkan pertumbuhan dan hasil kedelai, dibandingkan dengan pengolahan sedalam 15 cm.

Pada tanah dengan tingkat kesuburan yang rendah tersebut, tanaman kedelai (Wilis) dengan pemupukan dasar 300 kg Phonska/ha, pemberian kapur untuk menurunkan kejenuhan Al-dd menjadi 20% meningkatkan pertumbuhan dan hasil, namun belum optimal. Hal ini juga disebabkan karena tanaman masih kekurangan hara N, P, dan K.

Pada percobaan lanjutan tahun kedua (2010), pengaruh residu dan pemberian kapur tambahan sebagai perawatan tanah sebesar 25% takaran yang diberikan pada tahun pertama, dengan pemupukan dasar pupuk kandang kotoran ayam 2,5 t+SP-18 300 kg+Phonska 300 kg+urea 50 kg+KCl 50 kg/ha, pertumbuhan tanaman kedelai (Anjasmoro) menjadi optimal, sehingga hasil biji tinggi. Untuk pengolahan/pengapuran tanah 15 dan 30 cm teratas, hasil kedelai yang tidak dikapur 1,34 t dan 1,06 t/ha menjadi 2,16 t dan 2,45 t/ha pada perlakuan residu kapur, dan dengan perawatan kapur 25% menjadi 2,67 t dan 2,71 t/ha.

Untuk lahan kering masam, pengapuran cukup diarahkan pada massa tanah lapisan 15 cm teratas guna menurunkan kejenuhan Al-dd hingga menjadi 20%, dan pada tahun kedua perlu pemberian kapur untuk perawatan tanah sebanyak 25% dari takaran kapur yang diberikan pada tahun pertama.

Tabel 7. Pengaruh teknik pemberian kapur terhadap kadar N, P, K, Ca, dan Mg dalam daun termuda yang telah membuka penuh pada lahan kering masam di Lampung Timur, 2010.

Perlakuan	Kadar hara (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
T-15	4,97 a	0,41a	1,80 a	0,47 b	0,30 a
K-15 (R)	5,66 a	0,38 a	2,10 a	0,90 a	0,32 a
K-15(P 25%)	4,89 a	0,45 a	1,77 a	0,94 a	0,34 a
T-30	4,99 a	0,40 a	1,84 a	0,40 b	0,31 a
K-30 (R)	4,90 a	0,46 a	1,75 a	0,82 a	0,36 a
K-30(P 25%)	5,19 a	0,47 a	1,96 a	0,92 a	0,34 a

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 Duncan

T-15 & T-30 : Tanah tidak dikapur, berturut-turut tanah diolah sampai kedalaman 15 & 30 cm

K-15(R) & K-30 (R): Tanah dikapur berturut-turut untuk lapisan 15 & 30 cm teratas pada tahun 2009 (kedelai pertama), sejumlah untuk menurunkan kejenuhan Al-dd hingga menjadi 20%, dan pada tahun 2010 (kedelai kedua) tanah tidak dikapur.

K-15 (P 25%) & K-30 (P25%): Tanah dikapur berturut-turut untuk lapisan 15 & 30 cm teratas pada tahun 2009 (kedelai pertama) sejumlah untuk menurunkan kejenuhan Al-dd hingga menjadi 20%, dan pada tahun 2010 (kedelai kedua) tanah ditambah kapur dengan takaran 25% dari takaran kapur kedelai pertama, sebagai perawatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arya, L.M. 1990. Properties and process in upland acid soils in Sumatera and their management food crop production. Sukarni Research Institute for Food Crops. 109 p.
- Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2007. Panduan umum pengelolaan tanaman terpadu kedelai. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang. 54 p.
- Caires, E.F., G. Barth, and F.J. Garbuio. 2006. Lime application in the establishment of a no-till system for grain crop production in Southern Brazil. *Soil & Tillage Research* 89: 3-12.
- Caires, E.F., F.J. Garbuio, S. Churka, G. Barth, and J.C.I. Coreea. 2008. Effects of soil amelioration by surface liming on non-till corn, soybean, and wheat root growth and yield. *Europ. J. Agronomy* 28: 57-63.
- Calonego, J.C. and C.A. Rosolem. 2010. Soybean root growth and yield in rotation with cover crops under chiseling and non-till. *Europ J. Agronomy* 33: 242-249.
- Conyers, M.K., D.P. Heenan, W.J. McGhie, and G.P. Poile. 2003. Amelioration of acidity with time by limestone under contrasting tillage. *Soil & Tillage Research* 72: 85-94.
- Costa, A. and C.A. Rosolem. 2007. Liming in transition to no-till under a wheat-soybean rotation. *Soil & Tillage Research* 97: 207-217.
- Gao, Y., A. Duan, X. Qiu, Z. Liu, J. Sun, J. Zhang, and H. Wang. 2010. Distribution of roots and root length density in a maize/soybean strip intercropping system. *Agricultural Water Management* 98: 199-212.
- Jones, J.B., Jr. B. Wolf, and H.A. Mills. 1991. Plant analysis handbook. Micro-Macro Publishing, Inc. 213p.
- Kamprath, E.J. 1970. Exchangeable aluminum as a criteria for liming leached mineral soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 34: 252-254.
- Mulyani, A. 2006. Potensi lahan kering masam untuk pengembangan pertanian. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 28 (2): 16-17.
- Sudarman, S. 1987. Kajian pengaruh pemberian kapur pada tanah Ultisol atas kelakuan kalium dan agihan aluminium. Tesis Doktor, Universitas Gadjah Mada. 305p.
- Taufiq, A. dan H. Kuntastyuti. 2004. Upaya peningkatan produksi kedelai di lahan masam Sumatera Selatan, p. 23-33. *Dalam: Marwoto, Subowo G, & A. Taufiq (Ed.). Prosiding Lokakarya Pengembangan Kedelai melalui Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) di Lahan Kering Masam. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian.*
- Taufiq, A., H. Kuntastyuti, Sudaryono, A.G. Manshuri, Suryantini, Triwardani, dan C. Prahoro. 2003. Perbaikan dan peningkatan efisiensi produksi kedelai di lahan kering masam. Laporan Teknis. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Malang. (tidak dipublikasi).
- Taufiq, A., H. Kuntastyuti, dan A.G. Manshuri. 2004. Pemupukan dan ameliorasi lahan kering masam untuk peningkatan produktivitas kedelai, p.21-40. *Dalam: Lokakarya Pengembangan Kedelai Melalui Pendekatan PTT di Lahan Masam Lampung, 30 September 2004. Balitkabi, Malang.*